

## تعیین برخی فلزات سنگین در قارچ های خوراکی در شهر شهرکرد

عباس خدابخشی<sup>۱\*</sup>، مرتضی سدهی<sup>۲</sup>، کبری شاکری<sup>۱</sup>

گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران؛ گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۴/۵/۳۱

### چکیده:

زمینه و هدف: آلودگی به فلزات سنگین یکی از نگرانی های مهم بهداشت مواد غذایی است. وجود عناصر سمی در بستر قارچ ها ممکن است منجر به جذب آن ها شود که در این صورت مصرف قارچ با اشکال مواجه خواهد شد. این تحقیق با هدف تعیین غلظت عناصر سنگین منگنز، کروم، آهن، سرب، روی و مس در قارچ خوراکی موجود در شهرکرد صورت گرفته است.

روش بررسی: این مطالعه به روش مقطعی- توصیفی انجام گرفت. ۶ نمونه از قارچ های خوراکی پرورشی موجود در بازار شهرکرد و ۲ نمونه از قارچ خوراکی وحشی انتخاب گردید. نمونه برداری به روش سرشماری با ۳ بار تکرار به فاصله ی زمانی یک ماهه در فصل بهار انجام شد. از هر نوع قارچ ۳ نمونه و در مجموع تعداد ۲۴ نمونه گرفته شد. نمونه ها با استفاده از روش هضم اسیدی هضم شدند، سپس توسط دستگاه اسپکترومتری جذب اتمی غلظت عناصر تعیین گردید.

یافته ها: میانگین مقادیر سنجش شده روی ( $61/29 \pm 14/94$ )، ( $58/48 \pm 29/11$ )، آهن ( $26/29 \pm 8/69$ )، ( $28/30 \pm 11/93$ )، سرب ( $2/05 \pm 0/56$ )، ( $2/07 \pm 0/35$ )، کروم ( $1/66 \pm 0/41$ )، ( $1/1 \pm 0/91$ )، مس ( $22/99 \pm 5/68$ )، ( $25/83 \pm 6/67$ ) و منگنز ( $3/8 \pm 0/72$ )، ( $6/25 \pm 0/99$ ) میلی گرم بر کیلوگرم به ترتیب در قارچ های پرورشی و وحشی به دست آمد. یافته های این تحقیق نشان می دهد که میانگین غلظت روی در هر ۲ نوع قارچ (وحشی- پرورشی) در حد مجاز استاندارد (CODEX/FAO/WHO) کروم، سرب، آهن بیش تر از حد مجاز استاندارد و منگنز، مس کم تر از حد مجاز استاندارد به دست آمد.

نتیجه گیری: با توجه به اینکه برخی نمونه ها حاوی فلز سنگین کروم، سرب، آهن با مقادیر بالاتر از حد مجاز می باشند و با توجه به مصرف روز افزون قارچ های خوراکی پرورشی در ایران دقت بیش تری در مورد شرایط و محیط پرورشی قارچ ها لازم می باشد.

واژه های کلیدی: فلزات سنگین، قارچ های خوراکی، اسپکترومتری جذب اتمی.

### مقدمه:

میلیون تن قارچ در سال بیش ترین تولید کننده قارچ در دنیا می باشد و پس از آن کشورهای آمریکا با ۳۴۴۰۰۰ تن، ژاپن با ۳۳۶۰۰۰ تن، فرانسه با ۲۲۰۰ تن، هلند با ۱۶۵۰۰۰ تن، انگلستان با ۱۱۸۰۰۰ تن و ایتالیا ۱۰۲۰۰۰ تن در سال در رده های بعدی قرار دارند. میزان تولید قارچ در ایران در سال ۱۳۸۳ حدود ۱۵۰۰۰ تن بوده است. از نظر سرانه مصرف قارچ،

قارچ صدفی (Pleurotus Spp) در خانواده پلوراتاسه و جنس پلوروتوس قرار دارد. استفاده از لفظ صدفی برای قارچ به علت پره ای شکل بودن پشت کلاهک و داشتن شکلی شبیه کفه صدف دریایی است (۱).

در حال حاضر صنعت پرورش قارچ پیشرفت هایی فراوانی داشته و کشور چین با میزان تولید بیش از ۳

\*نویسنده مسئول: شهرکرد- دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد- گروه مهندسی بهداشت محیط- تلفن: ۰۹۱۳۳۸۳۲۷۱۷

E-mail: khodabakhshi16@gmail.com

میانگین مصرف جهانی حدود ۲۰۰۰ گرم در سال می باشد که این میزان در اروپا حدود ۳۶۰۰ گرم است. در ایران میانگین مصرف قارچ در حدود ۱۸۰ گرم اعلام شده است (۲).

هر ساله بیش از یک سوم افراد کشورهای توسعه یافته به بیماری های ناشی از مواد غذایی مبتلا می شوند و این میزان در کشورهای در حال توسعه، سالانه ۲/۲ میلیون نفر، گزارش شده است (۱). قارچ خوراکی یک منبع غذایی بسیار غنی است و دارای ۱/۵ تا ۶٪ پروتئین است که ۷۰ تا ۹۰٪ آن جذب بدن می گردد و با داشتن بوی مطبوع و طعم لذیذ و پایین بودن اسید اوریک آن، جایگزین خوبی برای انواع گوشت می تواند باشد. از طرفی حاوی مواد معدنی همچون پتاسیم، فسفر، منگنز، مس، آهن و کلسیم است و دارای ویتامین های C-B6-B12-B1-B2 بوده که برای محافظت از پوست و ایجاد آلرژی در بدن، سلامت سیستم عصبی، سلامت پوست و چشم و بافت های بدن، تشکیل اسیدهای چرب ضروری در سیستم عصبی و ماهیچه ها نقش اساسی دارد (۲).

قارچ کوهی دنبلان که با نام علمی *morels* شناخته می شود، نوعی قارچ است که به صورت طبیعی و خودرو در دامنه کوهستان ها و کوه های شنی و رسی استان چهارمحال و بختیاری تولید و برداشت می شود. معمولاً از نخستین روزهای فروردین ماه، رشد این گیاه خودرو که بدون ریشه و ساقه است، شروع می شود و تا اواخر اردیبهشت ماه برداشت آن ادامه می یابد. اهالی مناطق کوهستانی استان چهارمحال و بختیاری معتقدند، تولید محصول دنبلان یا قارچ کوهی به نسبت بارندگی های بهاری متغیر است و رعد و برق و ابرهای آسمانی بر میزان باردهی محصول می افزاید. قارچ کوهی دنبلان از انواع قارچ های کوهستانی کاملاً طبیعی بوده و می توان آن را به عنوان لذیذترین و قوی ترین قارچ های خوراکی دانست که دارای ویتامین و پروتئین زیادی است (۳).

عمده ترین راه ورود فلزات سنگین به بدن انسان از طریق مواد غذایی است. بخش اعظمی از مواد غذایی آلوده را محصولاتی تشکیل می دهند که گیاهان تولید کننده آن ها در محیط و خاک آلوده رشد کرده اند. در صورتی که گیاهان در محیط غیر آلوده و یا با آلودگی کم رشد کنند، مقادیر اندکی از فلزات آلاینده در بافت های آن ها یافت خواهد شد (۴).

محققین بر اساس تحقیقات انجام شده، دریافته اند که غلظت فلزات سنگین در برخی از قارچ ها، به طور قابل ملاحظه ای نسبت به سایر محصولات کشاورزی از جمله میوه و سبزی ها، بیش تر است. این مسئله به نوع و فیزیولوژی قارچ ها و خصوصاً به اکوسیستم آن ها بستگی دارد (۴). بیش از ۱٪ وزن تر قارچ را خاکستر تشکیل می دهد؛ بنابراین میزان عناصر معدنی قارچ عموماً بیش از بسیاری از سبزیجات و میوه جات است. قارچ خوراکی دارای میزان چشمگیری پتاسیم، مس، فسفر و آهن است (۱).

فلزات سنگین یکی از منابع اصلی آلودگی محیط زیست، در نظر گرفته می شوند، زیرا یک اثر قابل توجهی بر کیفیت اکولوژیکی محیط زیست خود می گذارند. فعالیت های انسان منجر به افزایش میزان آلودگی های فلزات سنگین در محیط می گردد. تعیین فلزات سنگین در خاک در کنترل آلودگی زیست محیطی بسیار مهم است (۵). عناصر کمیاب نظیر آهن، مس، روی و منگنز فلزات ضروری هستند، زیرا آن ها نقش مهمی را در سیستم های بیولوژیکی بازی می کنند. این فلزات ضروری همچنین می توانند اثرات سمی داشته باشند، وقتی که مقادیرشان بیش از اندازه مصرف شود (۶). مصرف قارچ های خوراکی در حال افزایش است. حتی در کشورهای توسعه یافته، به خاطر داشتن پروتئین و مواد معدنی کمیاب، قارچ ها دارای سابقه طولانی استفاده در طب سنتی می باشند (۷). غلظت های فلزات سنگین در قارچ نسبت به سایر سبزیجات و میوه ها به طور قابل

ملاحظه ای بیش تر است. این امر نشانگر این است که قارچ ها دارای یک مکانیسم خیلی موثر هستند که آن ها را قادر می سازد، به آسانی فلزات سنگین اکوسیستم را جذب کنند. میزان قارچ ها (پرورشی و وحشی) در رژیم غذایی به طور فزاینده ای به علت خواص دارویی و تغذیه ای در حال افزایش آیند (۸). با توجه به خصوصیات فیزیولوژیک انواع قارچ ها در جذب فلزات سنگین از اکوسیستم ها و نظر به تولید و مصرف روز افزون قارچ های خوراکی پرورشی در ایران و با توجه به تولید سالانه ۴ هزار تن قارچ خوراکی در استان چهارمحال و بختیاری که معادل ۵٪ از قارچ ایران است، تحقیق حاضر با هدف بررسی غلظت فلزات سنگین در قارچ های خوراکی پرورشی و وحشی مصرفی در سطح بازار شهر شهرکرد و مقایسه آن ها با مقادیر استاندارد بین المللی انجام شد.

## روش بررسی:

این مطالعه به روش توصیفی انجام گرفت که نمونه برداری به روش سرشماری از کلیه برندهای تولید شده (واحد های تولید کننده) در طی ۳ مرحله به فاصله ی زمانی یک ماه در فصل بهار انجام شد. برای جمع آوری نمونه ها از ۶ نوع قارچ خوراکی پرورشی و ۲ نوع قارچ وحشی استان که در بازار شهرکرد موجود بود، نمونه گیری به عمل آمد که در مجموع تعداد نمونه های گرفته شده به ۲۴ مورد رسید. نمونه های قارچ جمع آوری شده ابتدا با آب مقطر شستشو داده شدند؛ سپس آب سطحی روی سطح قارچ ها با جریان هوا خشک گردید. در ادامه نمونه ها را خرد و در سطح سینی های آون که با فویل آلومینیومی پوشانده شده بودند، پخش گردیدند. پس از آن جهت خشک کردن، نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد/درجه سلسیوس در آون قرار داده شدند (۹،۵).

پس از اتمام خشک کردن قارچ ها، نمونه های خشک شده با استفاده از دستگاه آسیاب برقی به صورت پودر یکنواخت درآورده شدند و در بسته چینی توزین و جهت خاکستر شدن در کوره الکتریکی قرار گرفتند؛ سپس طی مدت یک ساعت دما به آرامی از دمای اتاق به ۴۵۰ درجه سانتی گراد/درجه سلسیوس افزایش داده شد تا نمونه قارچ ها به یک خاکستر سفید تبدیل شدند. پس از آن بسته های چینی در داخل دیسیکاتور خنک شدند. پودر به دست آمده با استفاده از مخلوطی از اسید نیتریک و پراکسید هیدروژن به نسبت ۱:۲ هضم شدند. در ادامه کار این مخلوط به مدت ۴ ساعت با هیتر خشک شد و سپس با آب مقطر به حجم ۱۰ میلی لیتر رسانده شد و جهت تعیین فلزات سنگین به دستگاه جذب اتمی مدل Varian 240 ساخت کشور استرالیا تزریق گردید (۹،۵).

قبل از تزریق نمونه ها، دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی با آب دیونیزه کالیبره شد. محلول استاندارد مربوط به هر فلز ساخته و به دستگاه داده شد و منحنی کالیبراسیون آن ها رسم شد؛ سپس نمونه های اصلی به دستگاه تزریق شد و به صورت جداگانه مقادیر هر عنصر بر حسب میلی گرم در لیتر به دست آمد و بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک قارچ معادل سازی شدند (۱ گرم خاکستر معادل ۱۰ گرم وزن خشک قارچ). در نهایت کلیه داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS و با استفاده از آمار توصیفی تجزیه و تحلیل و گردید. لازم به ذکر است که دستگاه جذب اتمی مورد استفاده در این تحقیق از نوع، شعله ای بوده و حد تشخیص آن در محدوده میلی گرم در لیتر می باشد.

## یافته ها:

بالاترین غلظت آهن ۳/۷۵ میلی گرم بر کیلوگرم در قارچ وحشی خوراکی زردکوه می باشد و پایین ترین میزان آهن ۱۸/۳۳ میلی گرم بر کیلوگرم

در قارچ خوراکی پرورشی تینا مشاهده شد. بیش ترین و کم ترین غلظت روی به ترتیب ۷۱/۶۷ و ۵۲/۳۳ میلی گرم بر کیلوگرم در قارچ های خوراکی پرورشی نگین و تینا به دست آمد؛ همچنین بیش ترین و کم ترین غلظت مس به ترتیب ۳۰/۲۴ و ۱۹/۹ میلی گرم بر کیلوگرم در قارچ های خوراکی پرورشی بلداجی و تینا مشاهده شد؛ همچنین بیش ترین و کم ترین غلظت سرب در نمونه های آنالیز شده به ترتیب ۲/۵۷ و ۱/۶۹ میلی گرم بر کیلوگرم در قارچ های خوراکی پرورشی مددی و سالدوران مشاهده شد. بالاترین غلظت کروم ۲/۸۳ میلی گرم بر کیلوگرم در قارچ پرورشی نگین و

پایین ترین میزان آن ۰/۳۳ میلی گرم بر کیلوگرم در قارچ وحشی خوراکی کوهرننگ به دست آمد. بالاترین غلظت منگنز یافت شده ۶/۷۴ میلی گرم بر کیلوگرم در قارچ وحشی خوراکی کوهرننگ و پایین ترین غلظت آن ۳/۲۴ میلی گرم بر کیلوگرم قارچ نگین به دست آمد. جداول شماره ۱ و ۲ میانگین غلظت های فلزات سنگین (سرب، آهن، کروم، منگنز، مس و روی) نمونه های قارچ پرورشی و وحشی را برحسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک نشان می دهد که هر عدد میانگین ۳ تکرار است. در نمودار شماره ۱ میانگین غلظت فلزات سنگین در ۲ نوع قارچ وحشی و پرورشی نشان داده شده است.

**جدول شماره ۱: میانگین غلظت فلزات سنگین بر حسب وزن خشک قارچ در نمونه های قارچ پرورشی**

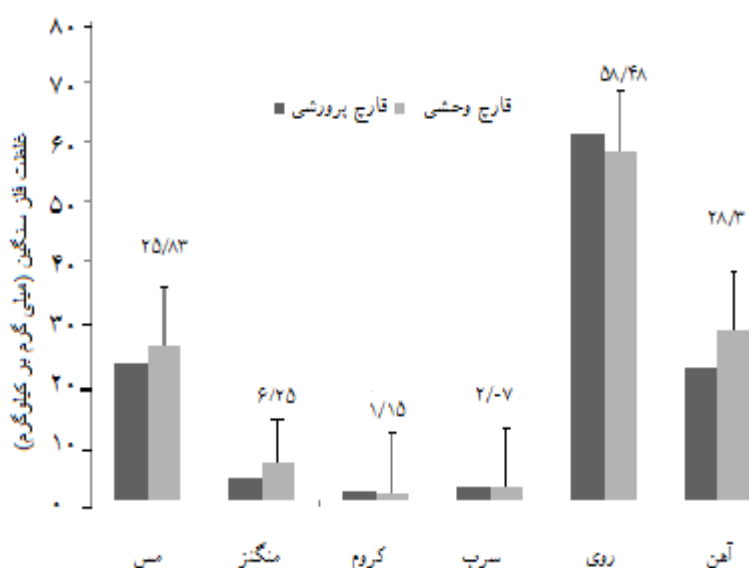
نمونه	نوع فلز	سرب	آهن	کروم	منگنز	مس	روی
نگین		۱/۹۹±۰/۳۸	۳۲/۲±۸/۲۹	۲/۸۲±۱/۳۳	۲/۸۲±۱/۳۳	۲۰/۰۳±۲/۴۹	۷۱/۶۶±۳/۷۵
تینا		۱/۹۳±۰/۵۵	۱۸/۳۳±۰/۲۴	۱/۰۷±۰/۲۹	۴/۲۳±۰/۲۵	۱۹/۹±۰/۴۲	۵۲/۳۳±۱۰/۲
رفیع		۲/۱۷±۰/۴۲	۲۴/۱۵±۷/۱۷	۰/۹۲±۰/۱۱	۳/۷±۰/۵۷	۲۳/۳۳±۰/۱۵	۶۳/۳±۱/۰۹
مددی		۲/۵۶±۰/۱۵	۲۵/۳±۱/۵۹	۲/۶۹±۱/۰۵	۴/۰۶±۰/۰۳	۲۱/۹±۰/۴۴	۵۹/۰۹±۱۱/۰۶
بلداجی		۲±۰/۱۵	۳۳/۶۸±۳/۰۸	۰/۸۲±۰/۱۱	۴/۲۸±۰/۲۲	۳۰/۲۳±۳/۷۸	۶۳/۹۸±۱۰/۶۷
سالدوران		۱/۶۸±۰/۱۶	۲۴/۰۷±۰/۵۷	۰/۴۳±۰/۰۵	۳/۲۴±۰/۷۷	۲۳/۵۰±۰/۸۶	۵۷/۶۶±۱۲/۹۹
میانگین		۲/۰۵±۰/۵۶	۲۶/۲۹±۸/۶۹	۱/۴۶±۰/۴۱	۳/۸±۰/۷۲	۲۲/۹۹±۵/۶۸	۶۱/۲۹±۱۴/۹۴
استاندارد*		۲ میکروگرم	۱۵ میکروگرم	۱۲۰ میکروگرم	-	۴۰ میکروگرم	۶۰ میکروگرم

.\*FAO/WHO/CODEX

**جدول شماره ۲: میانگین غلظت فلزات سنگین بر حسب وزن خشک قارچ در نمونه های قارچ وحشی**

نمونه	نوع فلز	سرب	آهن	کروم	منگنز	مس	روی
زردکوه		۲/۳۲±۰/۹۳	۳۴/۷۵±۶/۳۳	۱/۸۷±۰/۳	۵/۷۷±۲/۱۳	۳۰/۰۷±۴/۲۶	۶۷/۷±۸/۷۴
کوهرننگ		۱/۸۱±۰/۱۸	۲۱/۸۶±۶/۰۸	۰/۳۳±۰/۰۶	۶/۷۴±۲/۸۰	۲۱/۶±۱/۴۲	۵۴/۶±۳/۴۸
میانگین		۲/۰۷±۰/۳۵	۲۸/۳۰±۱۱/۹۳	۱/۱۵±۰/۹۱	۶/۲۵±۰/۹	۲۵/۸۳±۶/۶۷	۵۸/۴۸±۱۱/۲۹
استاندارد*		۲ میکروگرم	۱۵ میکروگرم	۱۲۰ میکروگرم	-	۴۰ میکروگرم	۶۰ میکروگرم

.\*FAO/WHO/CODEX



نمودار شماره ۱: مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین سنجش شده در قارچ های پرورش و وحشی

## بحث:

۲ میلی گرم در کیلوگرم اعلام کرده است (۱۳). مقدار سرب در نمونه های مددی، رفیع و زردکوه از حد مجاز بیش تر است، ولی در سایر نمونه ها در حد مجاز یا کم تر از حد مجاز می باشد که این اختلاف با توجه به نوع مواد اولیه که قارچ بر روی (نوع کمپوست) آن رشد کرده و نوع خاک منطقه متفاوت می باشد. مطالعات انجام شده توسط Qiao و همکاران میزان سرب در قارچ خوراکی را ۰/۶۷-۱۲/۹ میلی گرم بر کیلوگرم؛ مطالعات Sesli و همکاران ۰/۹-۲/۶ میلی گرم بر کیلوگرم؛ Sarikurkcü و همکاران ۰/۷-۴/۲ میلی گرم بر کیلوگرم؛ Tuzen و همکاران ۱/۴۳-۴/۱۷ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش کردند (۱۴-۵،۱۶). در این مطالعه، میانگین مقادیر سرب اندازه گیری شده در نمونه قارچ های وحشی و پرورشی با مطالعات اشاره شده مطابقت دارد.

کروم نوعی ماده معدنی است که نقش بسیار موثری در حفظ سلامت ایفا می کند. کروم ۳ ظرفیتی فلزی کمیاب است که برای سوخت و ساز طبیعی کلسترول، چربی و قند لازم است (۱۴).

در تحقیق حاضر، مشخص شد که بیش ترین مقدار کروم (Cr) ۲/۸۲ میلی گرم در کیلوگرم در قارچ

بر اساس تحقیقات به عمل آمده، میزان دریافت کروم، سرب، منگنز، مس، آهن و روی از طریق مواد غذایی مختلف در روز به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن انسان است. به علت آنکه غلظت این فلزات در قارچ ها به طور عمده توسط فاکتورهای اکوسیستم، خاک، مواد اسیدی و نوع قارچ تحت تأثیر است، افزایش غلظت یون های فلزات سنگین در قارچ ها از بسیاری جهات با سایر گیاهان متفاوت است (۱۰). از طرفی تحقیقات مختلف مشخص نموده است که قارچ بافت مناسبی برای جذب فلزات سنگین دارد (۱۱،۴).

یون های سرب علت اثرات نورو توکسیک مانند عقب ماندگی ذهنی و کاهش عملکرد فکری کودکان و همچنین افزایش فشار خون و خطر ابتلا به بیماری های قلبی و عروقی برای بزرگسالان شناخته شده است (۲).

در تحقیق حاضر مشخص شد که بیش ترین مقدار سرب (Pb) ۲/۵۶ میلی گرم در کیلوگرم در قارچ مددی وجود داشته است؛ در حالی که کم ترین مقدار ۱/۶۸ میلی گرم در کیلوگرم در قارچ تکمه ای سالدوران بوده است. با توجه به استاندارد FAO/WHO/CODEX که حد استاندارد سرب را

میانگین مقادیر مس اندازه گیری شده در نمونه قارچ های وحشی و پرورشی با مطالعات اشاره شده مطابقت دارد.

روی یکی از اجزاء جدایی ناپذیر طیف گسترده ی آنزیم ها می باشد که نقش کاتالیزوری، ساختاری و تنظیم کنندگی را به عهده دارد. کمبود روی می تواند ناشی از مواد غذایی ناکافی باشد که می تواند باعث اختلال در جذب و نقص در سوخت و ساز بدن شود. کمبود روی به خصوص در کودکان می تواند به از دست دادن اشتها، اختلال رشد، ضعف، رکود در رشد جنسی منجر شود. قارچ ها به عنوان گیاهان ذخیره کننده روی شناخته شده اند (۱۴).

در تحقیق حاضر مشخص شد که بیش ترین مقدار روی (Zn) ۷۱/۶۶ میلی گرم بر کیلوگرم در قارچ نگین وجود داشته است. در حالی که کم ترین مقدار ۵۲/۳۳ میلی گرم بر کیلوگرم در قارچ تینا سنجش شده است. با توجه به استاندارد FAO/WHO/CODEX که حد استاندارد روی را ۶۰ میلی گرم بر کیلوگرم اعلام کرده است (۱۳). مقدار روی در نمونه های زردکوه، نگین، رفیع و بلداجی از حد مجاز بیش تر و در نمونه های تینا، مددی، سالدوران و کوهرننگ از حد مجاز کم تر بود. این اختلاف می تواند ناشی از ترکیب اولیه محیطی که قارچ بر روی آن رشد می کند، باشد.

مطالعات Qiao و همکاران میزان روی در قارچ خوراکی را ۴۲/۹-۹۴/۳ (۱۴) میلی گرم بر کیلوگرم، Sesli و همکاران ۴۳/۵-۲۰۵ میلی گرم بر کیلوگرم؛ مطالعات Srikurku و همکاران ۲۹-۱۴۶ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش کردند (۱۶-۱۴). در این مطالعه میانگین مقادیر روی اندازه گیری شده در نمونه قارچ های وحشی و پرورشی با مطالعات اشاره شده مطابقت دارد.

آهن سومین عنصر از نظر فراوانی بعد از روی و منگنز در قارچ ها می باشد که برای تمام ارگانیسم های زنده تقریباً حیاتی است و در تمام فعالیت های متابولیکی شامل، انتقال اکسیژن، سنتز DNA و انتقال الکترون نقش

نگین وجود داشته است؛ در حالی که کم ترین مقدار ۰/۳۳ میلی گرم در کیلوگرم در قارچ کوهرننگ سنجش شده است. با توجه به استاندارد FAO/WHO/CODEX که حد استاندارد برداشت روزانه کروم را ۱۲۰ میکرو گرم اعلام کرده است، مقدار کروم در تمام نمونه های سنجش شده از حد مجاز بیش تر است (۱۷).

مقادیر کروم گزارش شده در نمونه های قارچ در سایر مطالعات به شرح زیر گزارش شده است. مطالعات Tuzen ۰/۸۷-۲/۶۶ میلی گرم بر کیلوگرم؛ Malinowski و همکاران ۰/۱۶-۴/۸۶ میلی گرم بر کیلوگرم؛ Mendil و همکاران ۴/۲-۱/۲ میلی گرم بر کیلوگرم؛ Soylak و همکاران ۰/۳۴-۱/۱ میلی گرم بر کیلوگرم و Yamac و همکاران ۷۳/۸-۱/۹۵ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش شده است (۱۸-۲۰، ۵، ۴).

مس یکی از عناصر کمیاب است که از نظر فراوانی رده سوم را در بدن انسان دارد. اثر آن در سیستم های زنده مانند ویتامین ها می باشد. مقدار کمی (۱۲۰-۵۰ میلی گرم) از آن در بدن انسان است که نقش مهمی در فرآیندهای بیوشیمیایی بازی می کند (۱۴). در تحقیق حاضر مشخص شد که بیش ترین مقدار مس (cu) ۳۰/۰۷ میلی گرم در کیلوگرم در قارچ زردکوه وجود داشته است؛ در حالی که کم ترین مقدار ۱۹/۹ میلی گرم بر کیلوگرم در قارچ تینا سنجش شده است. با توجه به استاندارد FAO/WHO/CODEX که حد استاندارد مس را ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم اعلام کرده است (۱۳). مقدار مس در تمام نمونه های مورد آزمایش کم تر از حد مجاز است. شاید به این علت باشد که قارچ ها توانایی جذب این فلز را کم تر دارند. مطالعات انجام گرفته توسط Qiao و همکاران میزان مس در قارچ خوراکی را ۶/۸۳-۳۱/۹ میلی گرم بر کیلوگرم؛ Sesli و همکاران ۱۵-۷۳ میلی گرم بر کیلوگرم؛ مطالعات Srikurku و همکاران ۶-۱۷۸ میلی گرم بر کیلوگرم و مطالعات Yamac و همکاران ۱۰/۶-۱۴۴/۲ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش کردند (۱۶-۲۰، ۱۴). در این مطالعه

گسترده ای دارد؛ همچنین مشخص شده است که آهن کافی در رژیم غذایی برای کاهش شیوع کم خونی بسیار مهم است. غلظت بالایی از آهن ممکن است به دلیل تشکیل رادیکال های آزاد منجر به آسیب بافتی شود (۱۴).

در تحقیق حاضر مشخص شد که بیش ترین مقدار آهن (Fe) ۳۴/۷۵ میلی گرم بر کیلوگرم در قارچ زردکوه وجود داشته است؛ در حالی که کم ترین مقدار ۱۸/۳۳ میلی گرم در کیلوگرم در قارچ تینا سنجش شده است. با توجه به استاندارد FAO/WHO/CODEX که حد استاندارد آهن را ۱۵ میلی گرم در کیلوگرم اعلام کرده است (۱۳). مقدار آهن در تمامی نمونه ها از حد مجاز بیش تر بود. علت آن به قدرت جذب و ذخیره سازی قارچ ها دارد که ترکیبات آهن را بهتر جذب می کنند.

میزان آهن در قارچ خوراکی در مطالعات Zhu و همکاران ۶۷/۵-۸۳۴ میلی گرم بر کیلوگرم؛ مطالعات Srikurkeu و همکاران ۱۷۱۴-۱۳۸ میلی گرم بر کیلوگرم؛ مطالعات Kalac و Svoboda ۳۰-۱۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش کردند (۲۱، ۱۶، ۱۴). در این مطالعه میانگین غلظت آهن در نمونه های مورد مطالعه کم تر از مطالعات ذکر شده به دست آمد.

منگنز یکی از عناصر حیاتی مهم است و در metallo proteins (پروتئین های حاوی فلز) مانند کربوکسیلاز پیروات و در آنزیم سیتوپلاسمی گلیال، گلوتامین سنتتاز موجود است. کمبود منگنز می تواند اختلالات شدید اسکلتی و تولید مثل در پستانداران تولید کند. مهم ترین تأثیر منگنز بر دستگاه تنفس و مغز است، دوزهای بالای منگنز عوارض جانبی بر ریه ها و مغز می گذارد (۱۴).

در تحقیق حاضر مشخص شد که بیش ترین مقدار منگنز (Mn) ۶/۷۴ میلی گرم در کیلوگرم در قارچ کوهرننگ وجود داشته است؛ در حالی که کم ترین مقدار ۲/۸۲ میلی گرم در کیلوگرم در قارچ نگیس سنجش شده است. مطالعات قبلی هم میزان منگنز

را در قارچ به صورت زیر نشان داده است. مطالعات Kalac و Svoboda ۹۳/۳-۱۲/۹ میلی گرم در کیلوگرم؛ Tuzen ۶۰-۵ میلی گرم در کیلوگرم؛ Isildak و همکاران ۶۳/۵-۱۴/۵ میلی گرم در کیلوگرم؛ Genccelep و همکاران ۱۳۵-۵/۵ میلی گرم در کیلوگرم گزارش کردند (۵، ۱۱، ۲۲، ۲۳). در این تحقیق مقادیر منگنز سنجش شده با برخی مطالعات قبلی مطابقت دارد. بر این اساس و طبق جداول شماره ۱ و ۲ میزان منگنز بررسی شده در مطالعه ما پایین تر از میزان غلظت منگنز گزارش شده در مطالعات پیشین بود.

### نتیجه گیری:

۶ فلز سنگین شامل: کروم، سرب، منگنز، مس، آهن و روی در ۸ نوع قارچ (۶ نوع پرورشی و ۲ نوع وحشی) سنجش شد. در این مطالعه، میانگین مقادیر سنجش شده روی در حد مجاز و کروم، سرب و آهن بیش تر از حد مجاز، منگنز و مس کم تر از حد مجاز تعیین شده به دست آمد. نتایج این مطالعه نشان می دهد که در نمونه های قارچ وحشی و پرورشی آنالیز شده غلظت فلزات سنگین با نوسانی در محدوده سایر مطالعات مشابه است. غلظت فلزات کمیاب در قارچ ها اساساً متأثر از غلظت عناصر در اکوسیستم و محل رویش یا پرورش آن ها است. دریافت یون های فلزی در قارچ ها بسیار متفاوت از سایر گیاهان است و قارچ ها قابلیت بالای در جذب فلزات سنگین از اکوسیستم دارند. با توجه به اینکه برخی نمونه ها حاوی فلز سنگین با مقادیر بالاتر از حد مجاز می باشند. با توجه به مصرف روز افزون قارچ های خوراکی پرورشی در ایران دقت بیش تری در مورد شرایط و محیط پرورشی قارچ ها لازم می باشد.

### تشکر و قدردانی:

بدینوسیله از همکاری تمام واحدهای تولیدی پرورش قارچ در سطح استان که در این تحقیق ما را یاری نمودند، تقدیر و تشکر به عمل می آید.

## منابع:

1. Mushrooms. Available from: <http://delbekhah1.persianguig.com/power>.
2. Musrooms consume. Available from: <http://ferdos.sellfile.ir/prod-27557>.
3. Wild Mushroom Truffle. Available from: [www.sabandan.com/archive](http://www.sabandan.com/archive). 2010; 349.
4. Mendil D, Uluozlu OD, Hasdemir E, Çağlar A. Determination of trace elements on some wild edible mushroom samples from Kastamonu, Turkey. Food Chem. 2004; 88(2): 281-5.
5. Tuzen M. Determination of heavy metals in soil, mushroom and plant samples by atomic absorption spectrometry. Microchem J. 2003; 74(3): 289-97.
6. Schroeder HA. The trace elements and nutrition: some positive and negative aspects: London: Faber and Faber; 1976.
7. Agrahar-Murugkar D, Subbulakshmi G. Nutritional value of edible wild mushrooms collected from the Khasi hills of Meghalaya. Food Chem. 2005; 89(4): 599-603.
8. Turkekul I, Elmastas M, Tüzen M. Determination of iron, copper, manganese, zinc, lead, and cadmium in mushroom samples from Tokat, Turkey. Food Chem. 2004; 84(3): 389-92.
9. Chen XH, Zhou HB, Qiu GZ. Analysis of several heavy metals in wild edible mushrooms from regions of China. Bull Environ Contam Toxicol. 2009; 83(2): 280-5.
10. Anbari M, Fath of, komeily fr, Kamali Z, Salasali M, Shafighi A. Paper: Investigation of lead and Cadmium contents of cultivated edible mushrooms consumed in Tehran. Iranian J Food Sci Technol. 2011; 8(30): 85-91.
11. Isildak O, Turkekul I, Elmastas M, Tuzen M. Analysis of heavy metals in some wild-grown edible mushrooms from the middle black sea region, Turkey. Food Chem. 2004; 86(4): 547-52.
12. Yin LL, Shi GQ, Tian Q, Shen T, Ji YQ, Zeng G. Determination of the metals by ICP-MS in wild mushrooms from Yunnan, China. J Food Sci. 2012; 77(8): T151-5.
13. Organization WH. Evaluation of certain food additives: Sixty-ninth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives: World Health Organization; 2009.
14. Zhu F, Qu L, Fan W, Qiao M, Hao H, Wang X. Assessment of heavy metals in some wild edible mushrooms collected from Yunnan Province, China. Environ Monit Assess. 2011; 179(1-4): 191-9.
15. Sesli E, Tuzen M, Soylak M. Evaluation of trace metal contents of some wild edible mushrooms from Black sea region, Turkey. J Hazard Mater. 2008; 160(2-3): 462-7.
16. Sarikurkcu C, Copur M, Yildiz D, Akata I. Metal concentration of wild edible mushrooms in Soguksu National Park in Turkey. Food chem. 2011; 128(3): 731-4.
17. Haider S, Naithani V, Barthwal J, Kakkar P. Heavy metal content in some therapeutically important medicinal plants. Bull Environ Contam Toxicol. 2004; 72(1): 119-27.
18. Malinowska E, Inkielewicz I, Czarnowski W, Szefer P. Assessment of fluoride concentration and daily intake by human from tea and herbal infusions. Food Chem Toxicol. 2008; 46(3): 1055-61.
19. Soylak M, Saracoglu S, Tuzen M, Mendil D. Determination of trace metals in mushroom samples from Kayseri, Turkey. Food Chem. 2005; 92(4): 649-52.
20. Yamaç M, Yıldız D, Sarikurkcu C, Celikkollu M, Solak MH. Heavy metals in some edible mushrooms from the Central Anatolia, Turkey. Food Chem. 2007; 103(2): 263-7.
21. Svoboda L, Kalac P. Contamination of two edible agaricus spp. mushrooms growing in a town with cadmium, lead, and mercury. Bull Environ Contam Toxicol. 2003; 71(1): 123-30.
22. Kalac P, Svoboda L, Havlickova B. Contents of detrimental metals mercury, cadmium and lead in wild growing edible mushrooms: a review. Energy Educat Sci Technol. 2004; 13: 31-8.
23. Genccelep H, Uzun Y, Tunçtürk Y, Demirel K. Determination of mineral contents of wild-grown edible mushrooms. Food Chem. 2009; 113(4): 1033-6.



## Determination of heavy metals in edible mushrooms consumed in Shahrekord

Khodabakhshi A<sup>1\*</sup>, Sedehi M<sup>2</sup>, Shakeri K<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Environmental Health Engineering Dept., Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, I.R. Iran; <sup>2</sup>Biostatistics and epidemiology Dept., Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, I.R. Iran.

Received: 4/Feb/2015 Accepted: 22/Aug/2015

**Background and aims:** Heavy metal pollution is a major problem in the environmental and health concerns of food. Toxic elements in the environment of mushrooms may be attracted to them, in which case the problem will create mushroom consumption. This study was aimed to determine the concentration of heavy metals, manganese, chromium, iron, lead, zinc and copper in mushroom consumed in Shahrekord.

**Methods:** This study was a cross-sectional research. 6 samples of the edible mushroom cultivation and 2 samples of wild edible mushrooms in the market of Shahrekord were selected. The sampling method was census with 3 repetitions and it was performed at intervals of a month in the spring. 3 samples and a total of 24 samples were taken of each kind of mushroom. The samples were digested using acid digestion, and then, the metal concentration was determined using atomic emission Spectrometry set.

**Results:** Average values were measured including zinc, (61.29±14.94) (58.48±29.11), Fe (26.29±8.69) (28.30±11.93), Pb (2.05±0.56) (2.07±0.35), Cr (1.46±0.41) (1.1±0.91), Cu (22.99±5.68) (25.83±6.67), and Mn (3.8±0.72) (6.25±0.99) mg/kg in cultivation and wild mushrooms respectively. Findings of this study indicate that the mean concentration of zinc in both mushrooms (cultivation and wild) was at allowable standard level (CODEX/FAO/WHO), Chromium, lead, iron exceeded the standard, and manganese, copper, less was than the standard limit.

**Conclusion:** Regards to some samples of contained heavy metals, chromium, lead, iron levels are higher than standard level. With regard to the increasing consumption of edible mushrooms cultured in Iran, it is required more careful about the conditions and environments.

**Key words:** Heavy metals, Edible mushrooms, Atomic absorption spectrometer.

**Cite this article as:** Khodabakhshi A, Sedehi M, Shakeri K. Determination of heavy metals in edible mushrooms consumed in Shahrekord. J Shahrekord Univ Med Sci. 2016; 18(1): 54-62.

---

**\*Corresponding author:**

Environmental Health Engineering Dept., Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, I.R. Iran. Tel: 00989133832717, E-mail: khodabakhshi16@gmail.com